L'amplificateur non-inverseur (AOP)

Cette activité de **travaux dirigés** vous préconise de réaliser sous la solution **Ltspice** un **amplificateur non-inverseur** à base d'un **AOP** de référence **LM741**, de simuler le schéma proposé afin de déterminer à la fin la valeur d'amplification ***A*** de ce composant.

Qu'est-ce qu'un AOP ?

Un AOP, appelé aussi amplificateur opérationnel, est un composant électronique à base de semi-conducteur très utilisé en électronique analogique. Ce composant nous permet principalement d'amplifier un signal électrique mais aussi de réaliser des opérations mathématiques sur des signaux électriques, filtrer des signaux, etc.

Réalisation d'un amplificateur non-inverseur à base d'un LM741

En utilisant l'outil de simulation électronique **Ltspice**, schématisez le schéma de l'aop non-inverseur proposé ci-dessous :

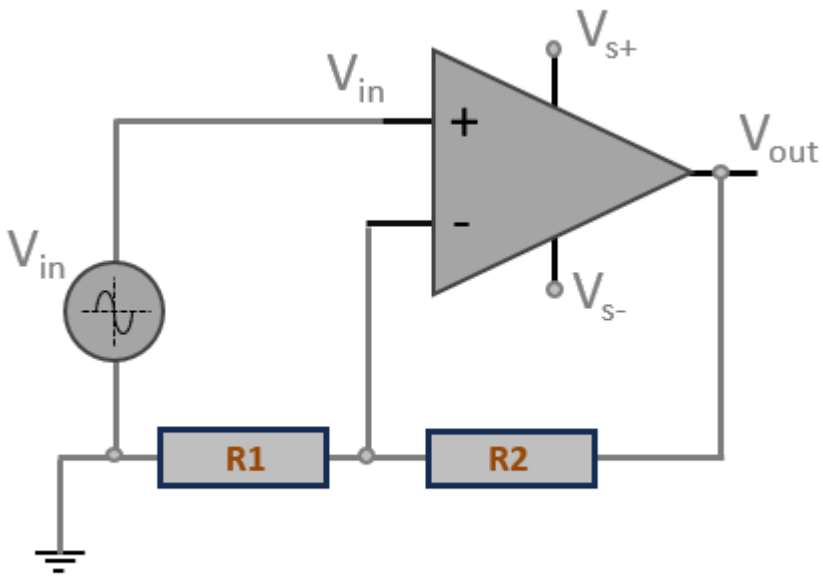
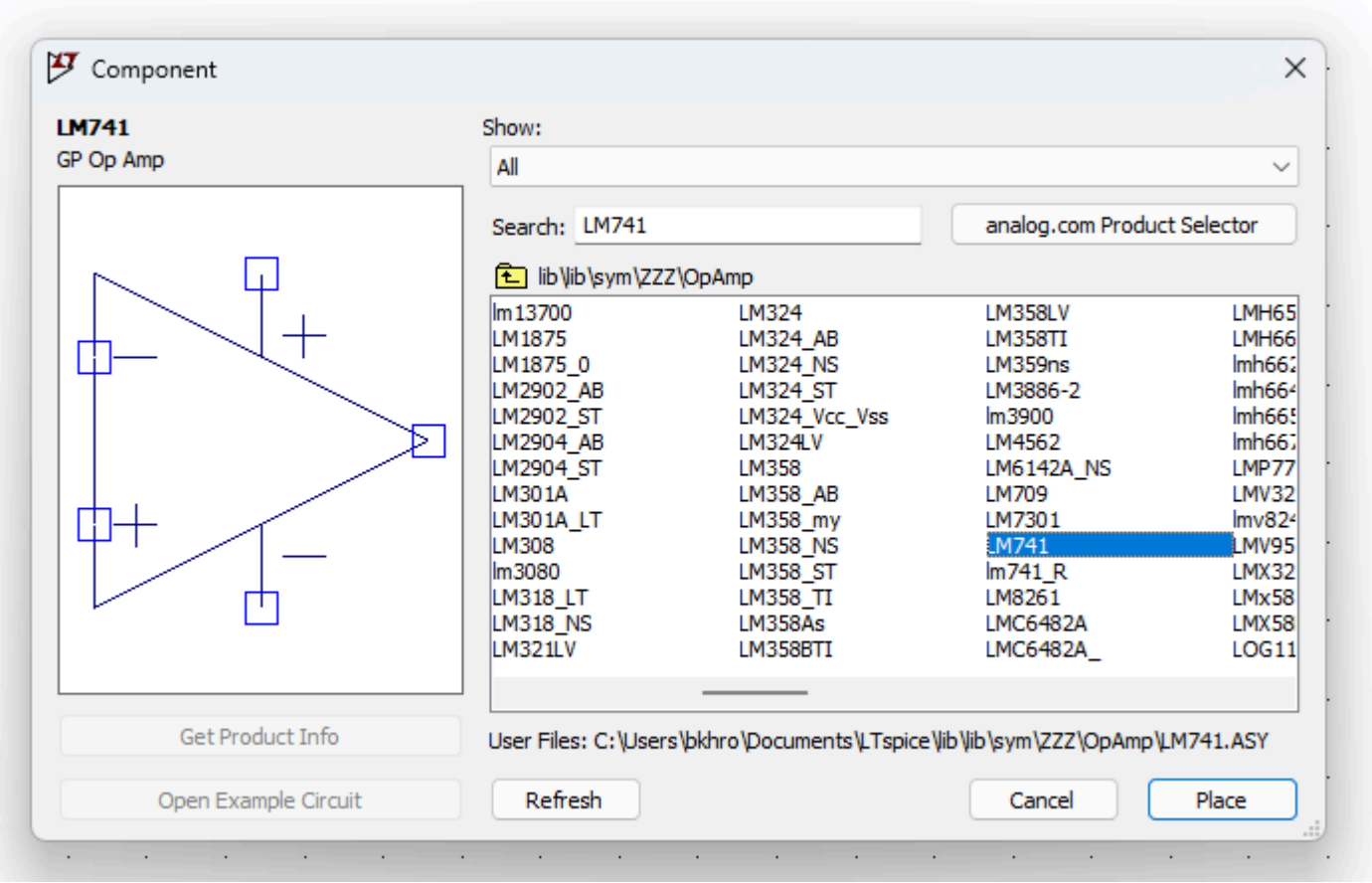


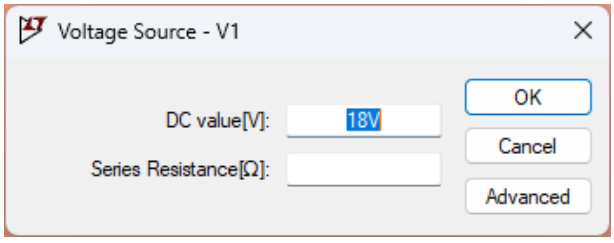
Schéma du amplificateur non-inverseur à base d'un AOP

Configurez maintenant les différentes valeurs des **résistances** sous **Ltspice** telles que R_1 et R_2 égale à **100Ω**.

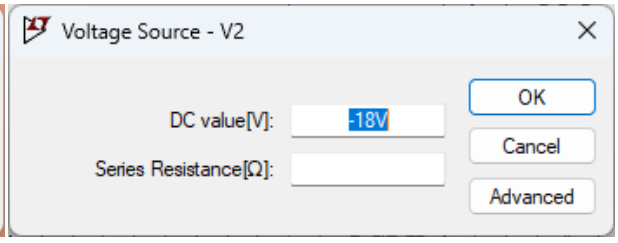
Et finalement, une fois que vous avez placé l'ensemble de vos composants, sélectionnez maintenant la référence **LM741** pour notre amplificateur opérationnel. Pour cela, à partir de la fenêtre composant, recherchons ce composant dans la bibliothèque disponible. Appuyez sur la touche **P**, la fenêtre **Component** (composant en français) s'affiche, cherchez ensuite la référence **LM741**, sélectionnez la et placez la ensuite dans votre projet. La capture ci-dessous vous explique cela :



Pour alimenter notre composant, le **LM741**, nous avons besoin de deux sources d'alimentation de **+18V** et de **-18V** d'après sa fiche technique. Pour modéliser cela sous **Ltspice**, vous pouvez configurer deux sources d'alimentation configuré à **+18V** et **-18V**. Les deux images ci-dessous vous détaillent cela :

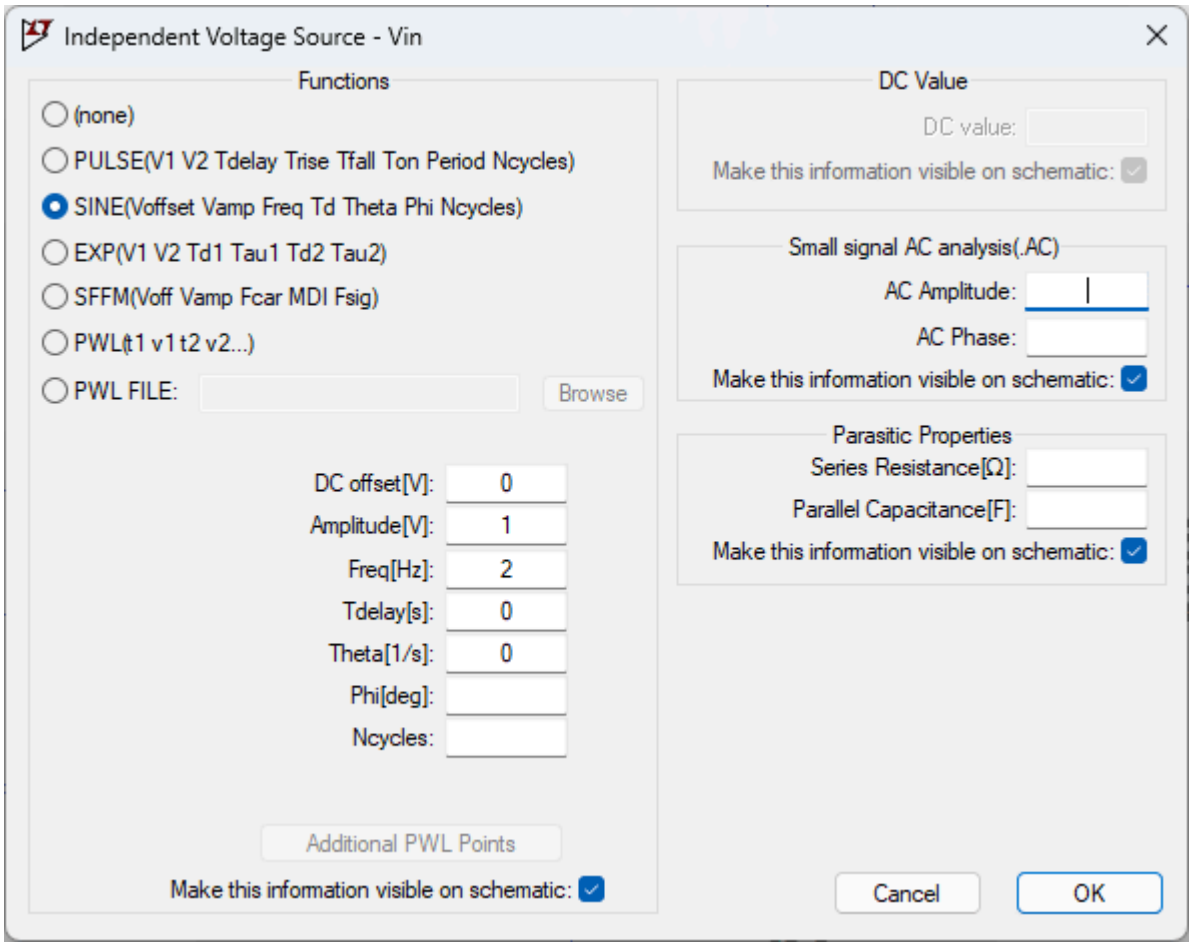


Configuration de **VS+** pour l'AOP

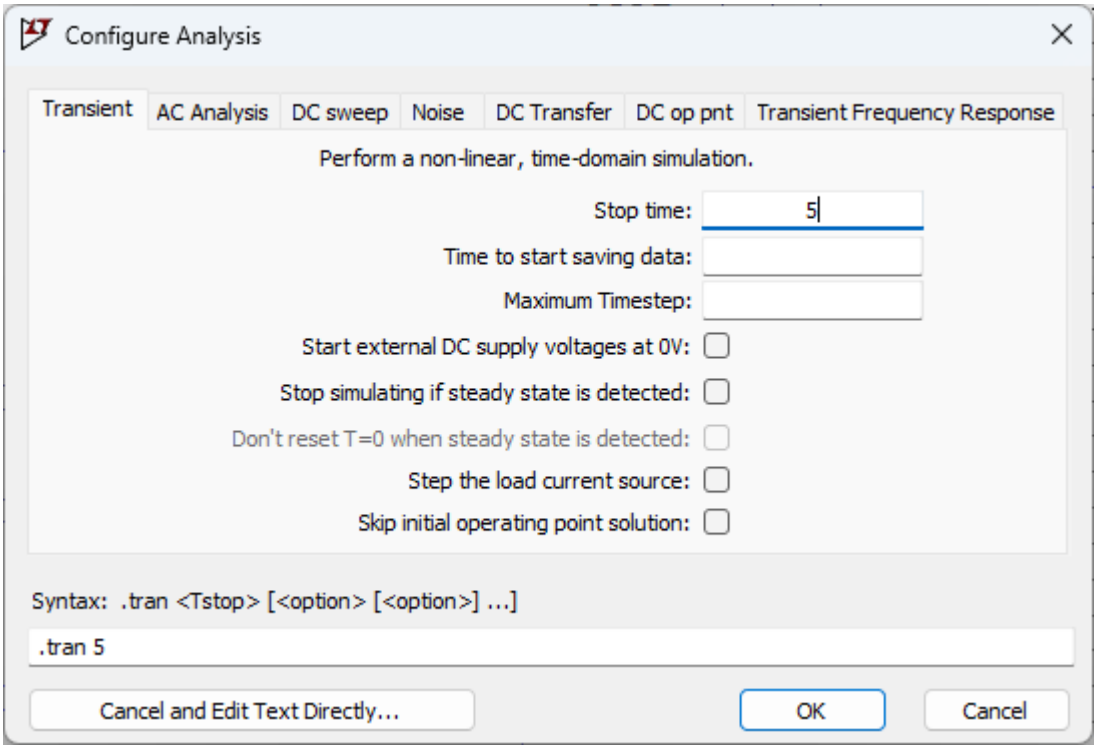


Configuration de **VS-** pour l'AOP

Et pour créer un signal électrique pour notre **AOP** que nous allons l'injecter à sa borne **(+)**, nous allons créer une troisième source de tension un **signal alternatif** d'amplitude **1V** et de fréquence **2 Hz**. La fenêtre ci-dessous vous explique quelles sont les valeurs à saisir sous Ltspce :



Ainsi, une fois tout est configuré sous notre solution de simulation **Ltspice**, nous pouvons lancer la simulation en sélectionnant le mode **Transient** et en configurant une durée maximale de simulation à 5 secondes comme nous le montre la capture ci-dessous :



Une fois le simulateur terminé son calcul, vous pouvez visualiser le résultat de la simulation obtenu en ajoutant dans le même graphe les deux traces $\mathbf{V_{in}}$ et $\mathbf{V_{out}}$. Que constatez-vous ?

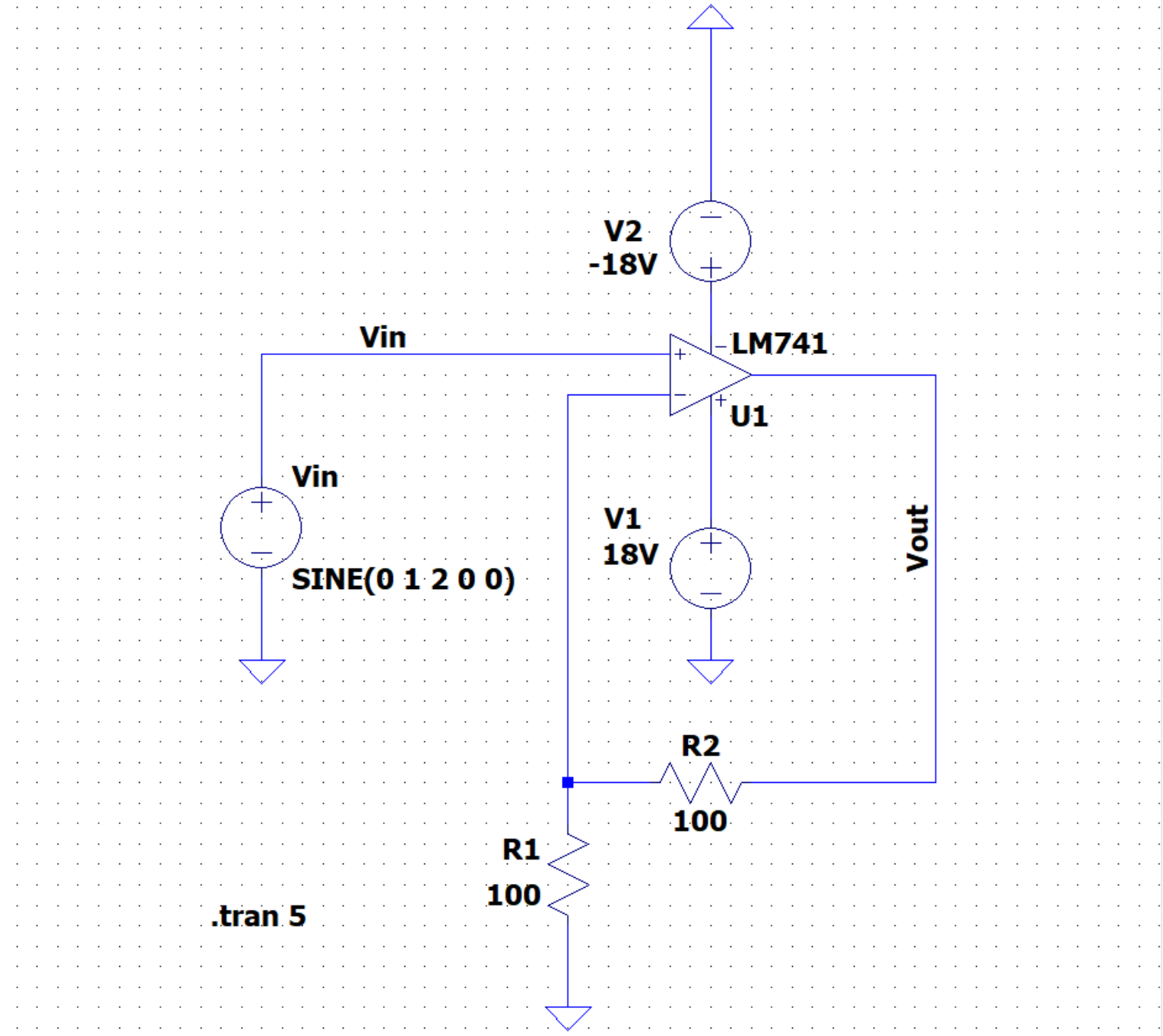
A l'aide du curseur, relevez les différentes valeurs du signal de la sortie $\mathbf{V_{out}}$ en fonction de la valeur la plus proche à la valeur indiquée dans le tableau ci-dessous pour le signal de la tension $\mathbf{V_{in}}$:

V_{in}	V_{out}	V_{out} / V_{in}
0V		
0.5V		
1V		
-0.5V		
-1V		

Calculez le facteur d'amplification ***A***, appelé aussi le gain, pour ce circuit d'amplification ?

Modélisation et analyse : Amplificateur opérationnel non-inverseur

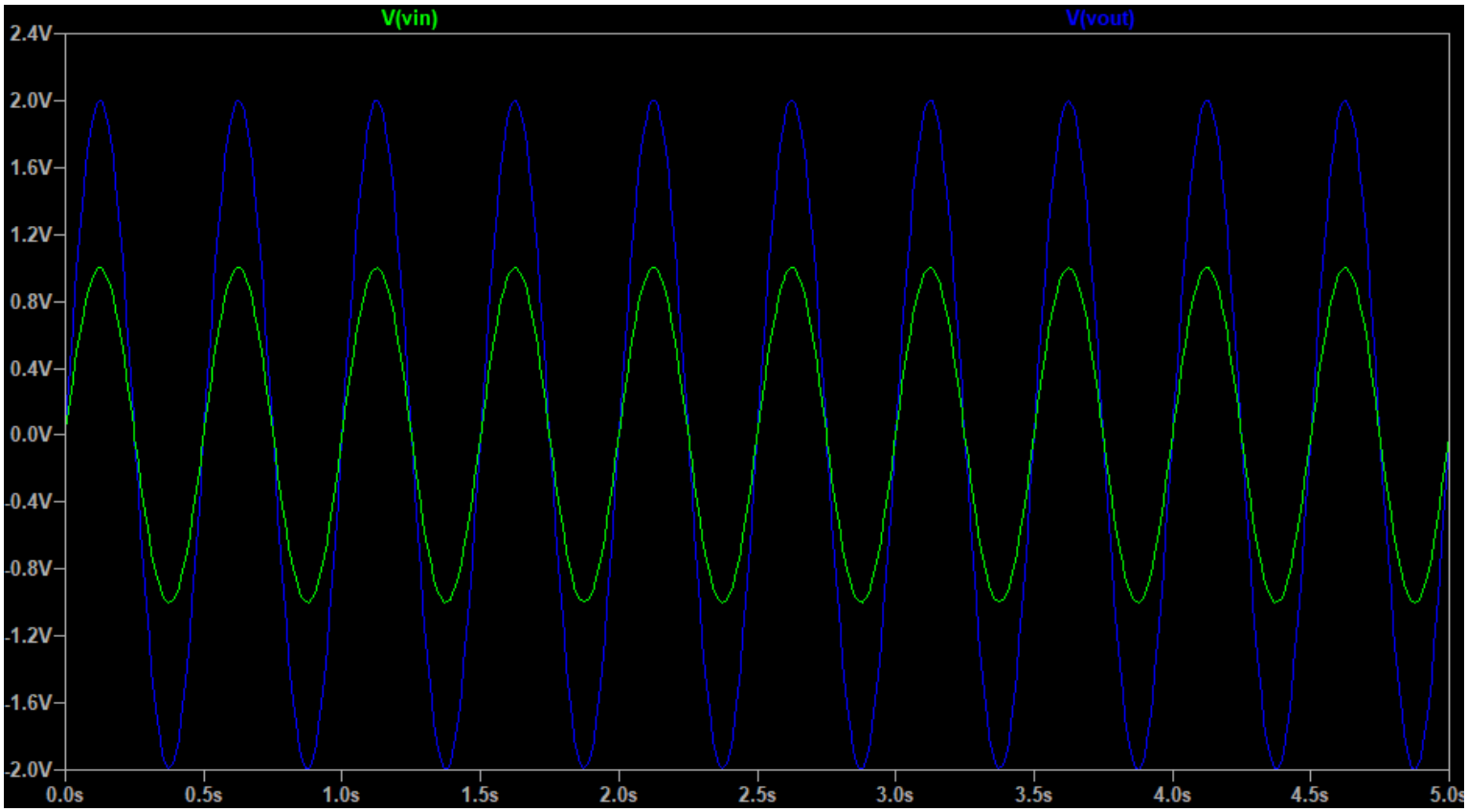
A partir du schéma proposé ci-dessus dans l'énoncé de cette activité de travaux dirigés, et en appliquant les recommandations fournies pour modéliser les deux sources d'alimentations **VS+** et **VS-** à partir de deux sources de tensions à courant continu et V_{in} pour un **signal alternatif** de **fréquence 2 Hz** et d'**amplitude 1V**, notre draft modélisé dans l'application sera ainsi comme suit :



Comme vous pouvez le constater, nous avons configuré les différents éléments sous la solution **Ltpsice** avec les valeurs proposées et la références du circuit intégré à la référence **LM741** telles que :

R_1 = 100Ω
R_2 = 100Ω.
L'amplificateur opérationnel à la référence **LM741**.

Une fois que notre projet est correctement configuré sous **Ltspice**, nous pouvons lancer la simulation en sélectionnant le menu **Simulate,** ensuite **Run**, ou à partir du raccourci clavier **Alt+R**. Une fois que la simulation se termine, vous pouvez ajouter manuellement les deux variables $\mathbf{V_{in}}$ et $\mathbf{V_{out}}$ dans la même trace comme vous le détaille la capture ci-dessous :

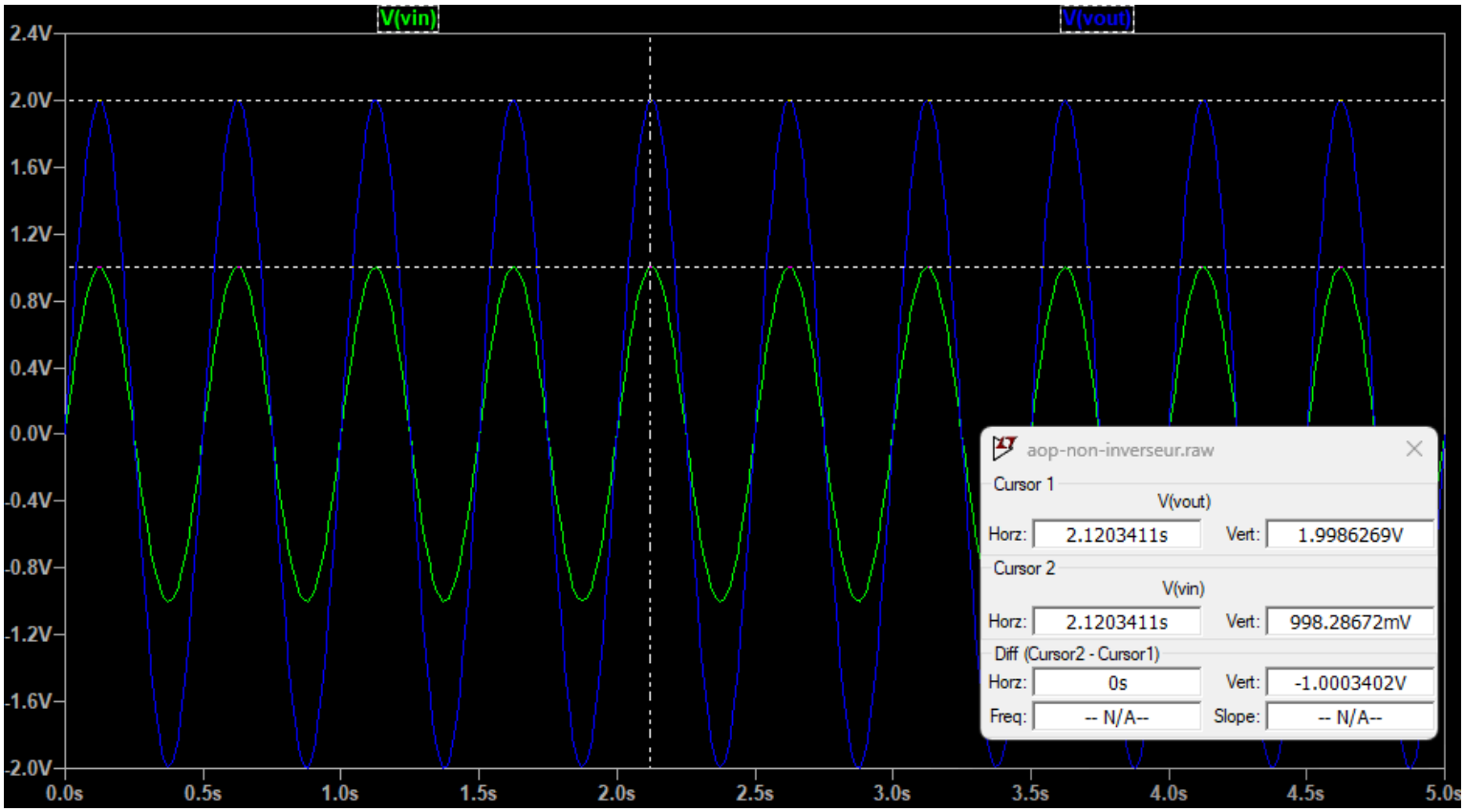


Analysons maintenant ces 2 courbes de près. Nous pouvons constater :

- Le signal $\mathbf{V_{out}}$ présente une amplitude plus importante que l'amplitude du signal à l'entrée $\mathbf{V_{in}}$. Donc nous pouvons conclure que ce système amplifie le signal fourni par la source d'alimentation V_3.
- Le signal $\mathbf{V_{out}}$ à la sortie de notre étage d'amplification suit le signal $\mathbf{V_{in}}$ injecté à l'entrée de notre amplificateur. Donc, nous pouvons conclure que les deux signaux sont en phase.
- Les deux signaux ont la même fréquence donc \(V_{out} = V_{in} = 2 Hz \)

Nous pouvons donc conclure que ce système nous amplifie notre signal fourni à l'entrée V+ de notre amplificateur **sans inversion de phase**.

Maintenant, en utilisant le curseur dans la fenêtre des traces, nous pouvons relever les différentes valeurs demandées. Par exemple, pour la valeur Vin = 998 mV ≅ 1V, nous allons lire Vout = 1.998 mV ≅ 2V.
L'image ci-dessous nous démontre comment nous pouvons lire à partir de la fenêtre trace :



Pour afficher le premier curseur, il vous suffit de cliquer sur le nom de la trace souhaitée par exemple **V(vin)** dans notre cas. Pour ajouter le deuxième curseur dans la même fenêtre, cliquez deux fois sur le nom de la deuxième courbe souhaitée pour activer le deuxième curseur dans la même fenêtre ; dans notre cas c'est la courbe **V(vout)**. Ensuite, déplacez le premier curseur ou le deuxième, une fois que vous le sélectionnez en cliquant sur le nom de la trace, et avec les deux flèches gauche **(←)** et droite **(→)**, déplacez-le pour lire au fur et à mesure la valeur indiquée dans la petite fenêtre qui s'affiche.

Une par une, nous pouvons relever les différentes valeurs demandées :

V_{in} demané	V_{in} (lu depuis la courbe sous ltspice)	V_{out}	$A = V_{out} / V_{in}$
0V	0 V	0 V	impo
0.5V	581.1072 mV = 0.5811072 V	1.16424 V	2.00 = 2
1V	998.50971mV = 0.99850971 V	1.9990696 V	2.00 = 2
-0.5V	-579.98657mV = -0.57998657 V	-1.157977 V	1.99 ≅ 2
-1V	-998.58385mV = -0.99858385 V	-1.9951961 V	1.99 ≅ 2

Ainsi, comme nous pouvons le constater, nous avons un amplificateur opérationnel non-inverseur ayant un gain d'amplification ***A = 2***.

Le projets Ltspice

Vous pouvez télécharger directement l'ensemble des fichiers de cette présente activité au format projet **LTspice** à partir de notre espace **GitHub** :

- **https://github.com/ElectroRobot/amplificateur-operationnel-AOP**

Nous vous partageons également les fichiers **.lib** et **.asy** du composant **LM741** requis pour le bon fonctionnement du simulateur **Ltspice**.

Plus d’activités avec les amplificateurs opérationnels ?

Pour mieux vous faire familiariser avec ce composant actif, nous vous proposons de découvrir d'autres activités que nous proposons portant sur les amplificateurs opérationnels (AOP) :

- **L'amplificateur inverseur** (Amplificateur opérationnel ; AOP)
- **L'amplificateur suiveur** (Amplificateur opérationnel ; AOP)

Electro-Robot </> 2024-2026, la solution complète pour apprendre l'électronique, la programmation et la robotique.